Tópicos Especiais em Informática / Redes
APOSTILA 02
Componentes de um Sistema de Cabeamento Estruturado
Professor Marco Antônio Chaves Câmara

1. Objetivo :

Nesta apostila, iniciaremos o estudo prático dos projetos de redes de computadores. Com base no conhecimento adquirido na apostila anterior (Introdução ao Cabeamento Estruturado), vamos conhecer os principais elementos componentes de um projeto de cabeamento estruturado. Será com base neste estudo que seremos capazes de calcular quantitativos de materiais e equipamentos para um projeto físico de rede local.

Vamos apresentar os elementos organizados conforme cada um dos sub-sistemas da teoria de cabeamento estruturado. Como veremos, alguns elementos se repetem em mais de um sub-sistema, mas de qualquer sorte, esta abordagem tornará nosso trabalho mais didático e simples.

2. Sala de Equipamentos

Como já vimos, é na sala de equipamentos que se concentram os equipamentos ativos e os equipamentos de concentração de fiação. Vamos conhecer então os elementos típicos da sala de equipamentos que estão direta ou indiretamente relacionados à estrutura de cabeamento estruturado.

2.1. Racks convencionais (abertos e fechados)

Os *racks* são armários especializados para fixação de equipamentos passivos de cabeamento e equipamentos ativos de comunicação de dados. Normalmente construídos em aço ou alumínio, eles oferecem suporte e proteção passiva e ativa contra acidentes e curiosos. Existem basicamente três tipos diferentes de *racks* : os *wall-racks*, os abertos e os fechados.

Figura 1 - *Wall-rack* aberto.

2.1.1. Wall-racks

Como o próprio nome já indica, os *wall-racks* são fixados em paredes. De pequenas dimensões, normalmente são utilizados em locais com baixa concentração de equipamentos e cabos. Podem ser fechados, com pequenas portas frontais e painéis laterais

removíveis ou abertos, em formato de “U”.

2.1.2. Racks abertos

Figura 2 – Foto de um *rack* aberto

Os *racks* abertos são normalmente fixados no piso da sala de equipamentos e permitem a fixação dos equipamentos passivos e ativos, além dos cabos. Com estrutura extremamente simples, este tipo de rack oferece apenas o suporte físico aos equipamentos conectados. É adequado em grandes instalações, onde normalmente os cordões e patch cables não podem ser alojados em racks fechados devido à grande quantidade. Em alguns casos, podem ser basculantes, permitindo o acesso simplificado aos equipamentos e conexões para os cabos.

2.1.3. Racks fechados

Os *racks* fechados são armários fechados em todas as faces, com exceção da parte inferior, por onde normalmente entram os cabos de comunicação (embora em alguns casos os cabos sejam colocados pela parte superior). Na parte frontal, normalmente é instalada uma porta transparente, que permite visualizar os equipamentos internos e seus painéis indicativos, para verificação de eventuais problemas. Nas laterais e parte traseira, normalmente existem painéis removíveis para manutenção e acesso. Devido às suas características, muitas vezes são instalados ventiladores no teto superior (salvo quando a entrada de cabos ocorre por cima), garantindo a ventilação forçada dos equipamentos, principalmente dos ativos.

Figura 3 - *Rack* fechado de pequenas dimensões

Os *racks* são identificados por sua profundidade e altura. A largura normalmente é de 19 polegadas (obedecendo à norma internacional), o que permite a fixação da grande maioria dos equipamentos ativos e passivos. A altura é medida em U’s, que eqüivale a 4,41 cm. Tipicamente encontramos *racks* nas alturas de 6, 12, 20, 24, 36 e 44 U’s. Assim como os *racks*, muitas vezes os próprios equipamentos passivos e ativos são medidos em U’s, facilitando o dimensionamento dos *racks*. A profundidade é normalmente medida em milímetros. Medidas típicas são 570, 670, 770 e 870 mm. Os *wall-racks* podem ter medidas menores tanto para profundidade (400 mm é uma medida típica) quanto para altura (tipicamente entre 3 e 6 U’s).

2.1.4. Especificação de um *rack*

Dimensionar corretamente um *rack* é um trabalho que exige alguns cálculos e conhecimento das normas de instalação típicas. É importante considerar alguns aspectos básicos, como :

Especificação dos Equipamentos : é essencial conhecer os equipamentos a serem instalados no *rack*. São eles quem determinarão a altura e profundidade do *rack*, além da necessidade de componentes especiais (que veremos posteriormente). É muito fácil encontrar na folha de especificação de equipamentos (que hoje normalmente estão disponíveis na Internet) as dimensões do equipamento. De posse da altura dos equipamentos, é só somá-las para começar a calcular a altura. Com a maior profundidade, calculamos a profundidade. Neste último caso, é importante no entanto considerar a necessidade de interligação de cabos na parte traseira (ver foto) e dianteira do equipamento. Também temos que lembrar que será necessário considerar o posicionamento de um possível 2° plano (que veremos posteriormente). Além disto, temos os seguintes aspectos a considerar :
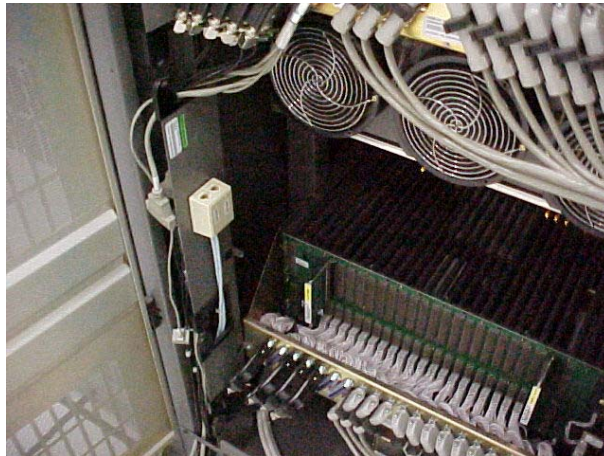
Figura 4 - Exemplo de interligação traseira de cabos em um *rack*.

Folga entre equipamentos : devido à necessidade de ventilação entre os equipamentos, é recomendável uma folga de pelo menos 1U entre dois equipamentos. Isto amplia a altura necessária no *rack*.

Folga para expansão : é extremamente recomendável considerar a possibilidade de expansão na quantidade de equipamentos no *rack*. Apenas assim evitaremos a perda do mesmo em futuras ampliações.

Tipo de *rack* : o tipo e o tamanho da instalação normalmente determina o tipo de *rack* a ser utilizado. Tipicamente, em projetos básicos com até 200 WA, é possível instalar blocos de fiação e/ou *patch pannels* e equipamentos ativos dentro de um único *rack* fechado. Instalações maiores normalmente implicam em fixação dos blocos em pranchas verticais ou na própria parede da sala de equipamentos (como veremos mais adiante, no item 2.2). Isto no entanto pode levar à utilização de *racks* abertos para a fixação dos equipamentos ativos.

Salas de equipamento de acesso restrito tornam mais simples a utilização de *racks* abertos, enquanto que locais com acesso mais simplificado podem exigir a instalação de *racks* fechados, que dificultam o acesso de curiosos.

Além disto, políticas de segurança da empresa usuária podem impedir o uso de um tipo especial de rack, como o *wall-rack*, por exemplo. Isto porque a fixação do mesmo em paredes pode aumentar o risco de choques acidentais.

2.1.5. Componentes de um *rack* fechado

Segundo Plano : oferece uma opção para fixação dos equipamentos alguns centímetros atrás da porta da *rack*, permitindo o fechamento da mesma com os equipamentos ligados aos cabos de comunicação. Na verdade, pode-se considerar o segundo plano como a infra-estrutura básica de um *rack* aberto, dentro de um *rack* fechado. Na prática, às vezes isto é o que realmente é feito. Veja na Figura 5, onde vemos a transformação de um *rack* aberto em um fechado, através da instalação de uma proteção externa).
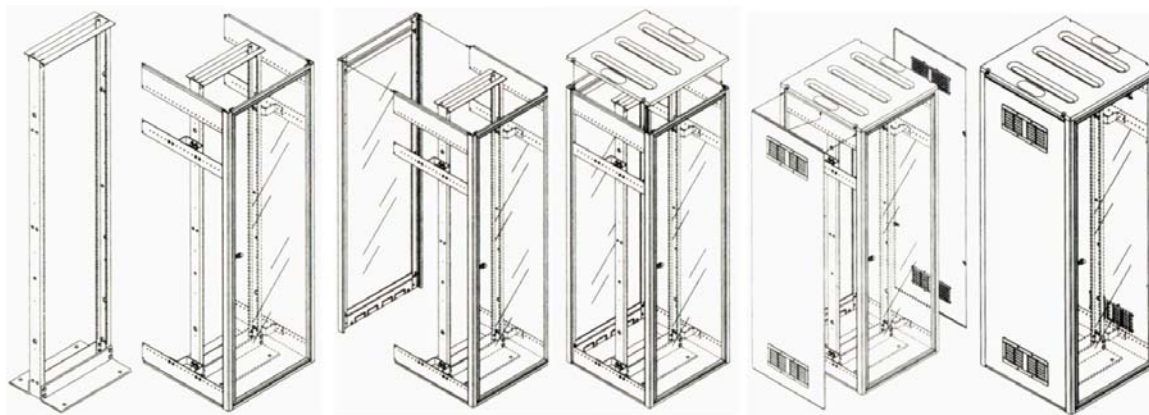
Figura 5 - Transformação de um ***rack*** aberto em ***rack*** fechado (da esquerda para a direita)

Ventiladores de teto : oferecem ventilação forçada. São necessários para determinados tipos e quantidades de equipamentos ativos, garantindo a circulação de ar no interior do *rack*, resfriando os equipamentos ativos. Existem modelos de teto, de piso e laterais, sendo que os primeiros são os mais comuns.

Figura 6 - Circulação de ar no ***rack***

Figura 7 - Ventiladores de teto para *rack*

Réguas de Tomadas : oferecem um determinado número de tomadas para alimentação de equipamentos ativos. Muitas vezes são duplicadas para permitir a interligação de dois circuitos independentes para alimentação de fontes duais.
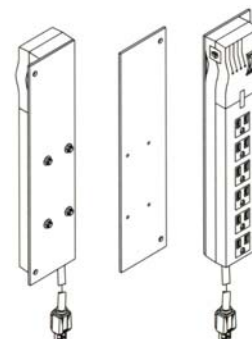
Figura 8 - Régua de tomadas

Rodas para movimentação do *rack* : utilizadas apenas em situações bem específicas, permitem a movimentação do *rack*. No entanto, na maior parte das instalações, a norma exige justamente o contrário, ou melhor, a fixação do *rack* ao piso, evitando que movimentos não planejados venham a danificar os cabos e suas terminações dentro do *rack*.
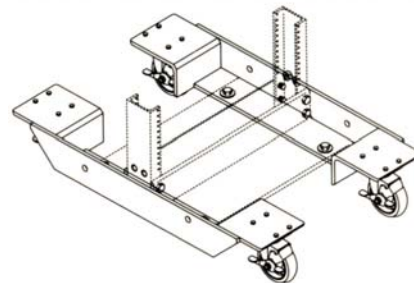
Figura 9 - Rodas para *rack* fechado

2.1.6. Outros componentes para *racks*

Estes elementos existem tanto para *racks* fechados como para *racks* abertos :

Bandejas (fixas e móveis) : permitem alojar equipamentos ativos que não possuem dimensões padrão para fixação nos *racks* padrão de 19”. É o caso, por exemplo, de modems externos, pequenos roteadores, conversores de mídia e outros equipamentos. Em alguns casos, as bandejas são construídas para aplicações específicas, como por exemplo para acesso à parte interna de DIO’s de *rack* (ver item 2.4) ou teclados de servidores, algumas até com extensão para *mouse pads*.
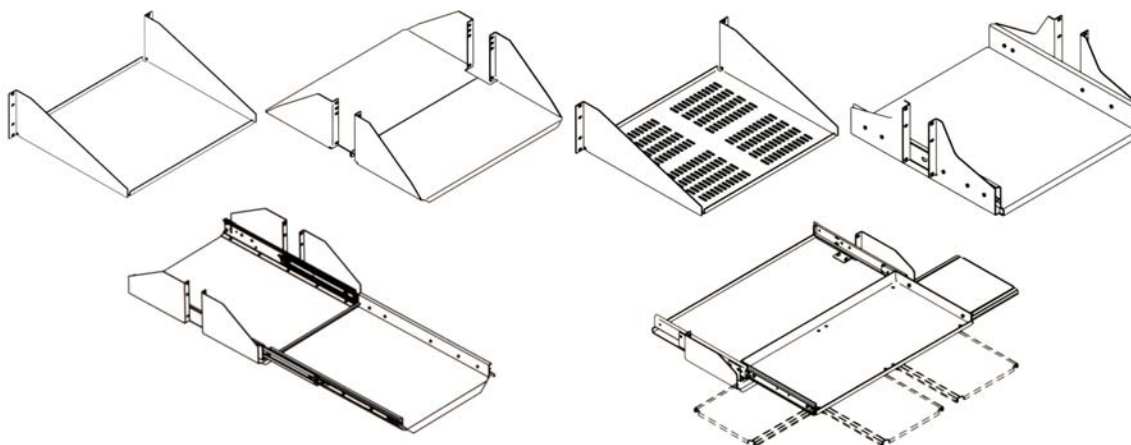
Figura 10 - Diversos modelos de bandejas para ***rack***

Organizadores de cabos horizontais (medidos em U’s) : permitem organizar os cabos de comunicação no sentido horizontal entre os equipamentos fixos no *rack*. Alguns são usados para organizar os cabos interligados aos equipamentos ativos.
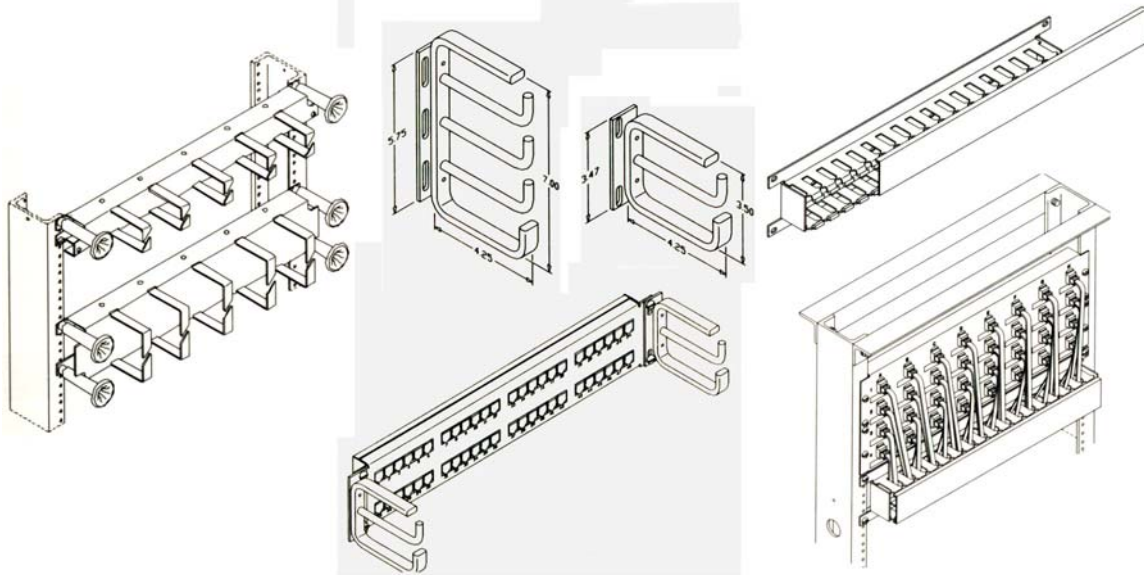
Figura 11 - Diferentes tipos de organizadores horizontais para *racks*

Organizadores de cabos verticais : similares ao anterior, só que no sentido vertical, normalmente durante toda a altura do *rack*.
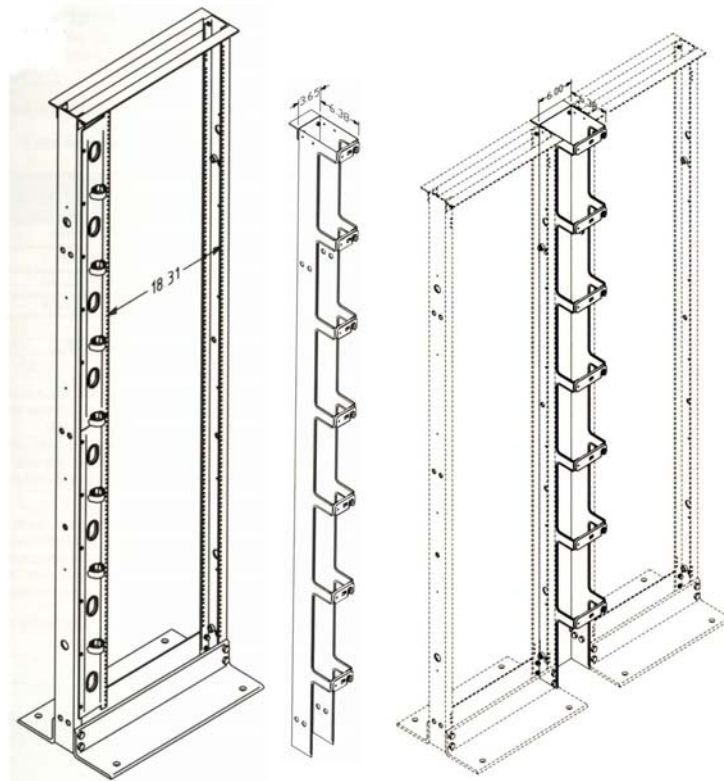
Figura 12 - Diferentes tipos de organizadores verticais para *racks*

2.2. Pranchões

Em alguns casos, devido à grande quantidade de WA's, torna-se mais interessante a fixação dos blocos em uma prancha de madeira fixada em uma das paredes da sala de equipamentos ou TC.

Figura 13 - Bloco 110 de 300 pares com pernas

Utilizando-se blocos de fiação com pernas específicas para fixação na prancha de madeira (ver Figura 13), consegue-se normalmente obter uma instalação mais organizada e simples em locais com grandes quantidades de WA's. Quanto às especificações do pranchão, basta garantir a correta fixação do mesmo à parede escolhida para fixação dos cabos.
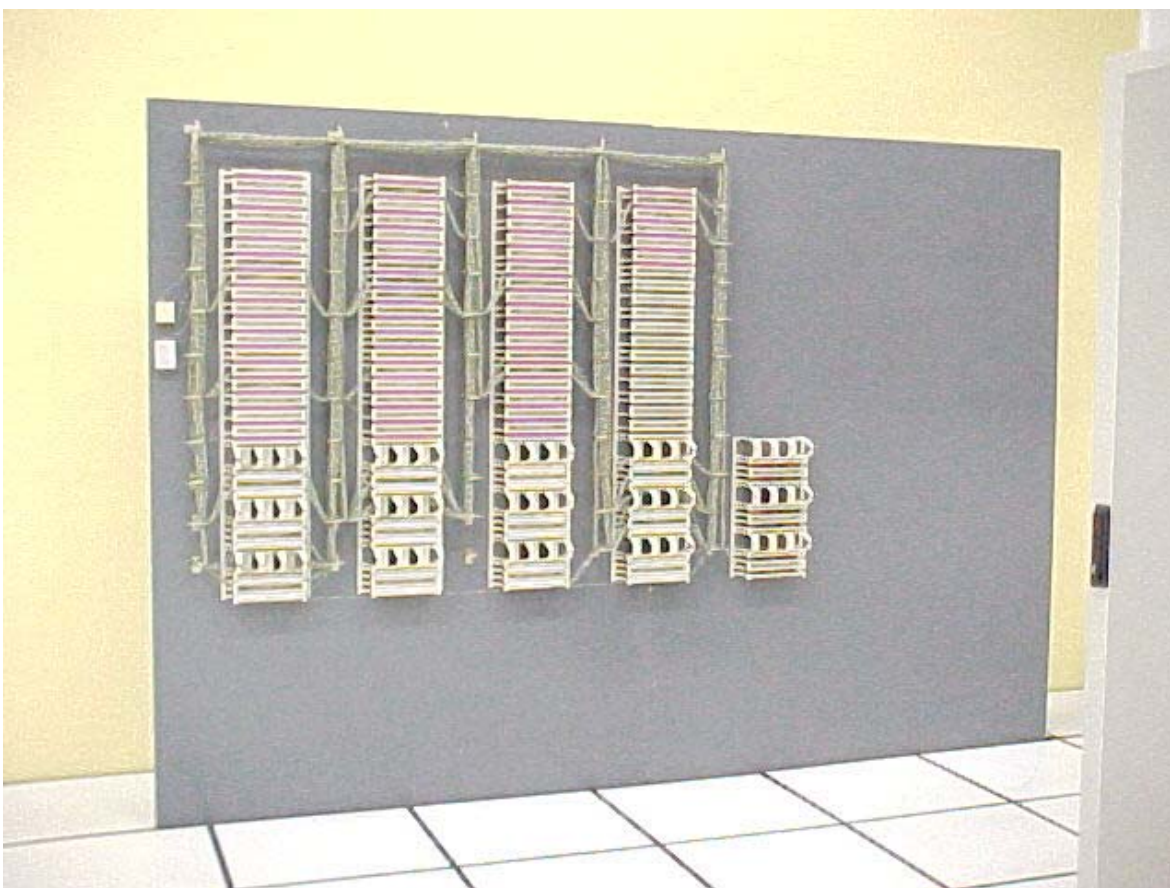
Figura 14 - Pranchão montado na parede, já com os blocos 110 (item 2.5) instalados.

2.3. Patch Pannel
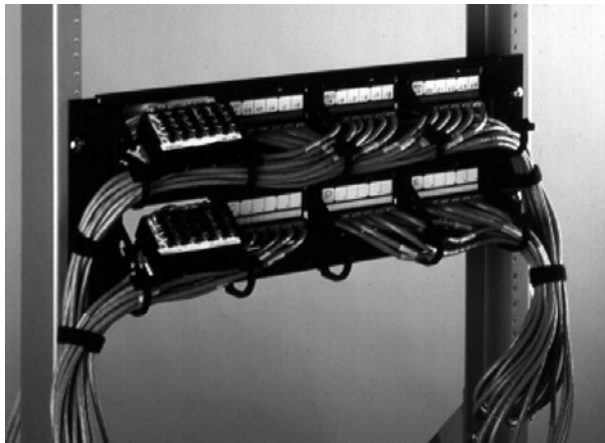
Figura 15 - Dois *patch pannels* típicos de 24 portas depois de montados (no exemplo, em um *rack* aberto, e já com os *patch cords*)

Utilizados para fixar os cabos dos sistemas horizontais e/ou verticais na sala de equipamentos (e também nos armários de telecomunicações), os *patch pannels* oferecem uma solução simples para organização e identificação dos cabos que chegam ao ponto de concentração.

Sua estrutura é constituída de uma chapa metálica com largura padrão de 19", sobre a qual são fixadas dezenas de tomadas fêmea modulares de oito pinos (conhecidas como "RJ-45 fêmea"). São extremamente comuns os *patch pannels* de 24 portas, embora unidades de 48 portas também possam ser encontradas em alguns instalações.

Figura 16 – Organização traseira dos cabos (no caso, temos um bloco de fiação, mas neste ponto a montagem é análoga.

Figura 17 - Ferramenta de crimpagem típica.

Os cabos que chegam são montados na parte traseira do equipamento, onde são fixadas com o uso de uma ferramenta especial de crimpagem, que fixa os pares de cabo e corta os excessos, aplicando a pressão correta para este tipo de trabalho, evitando danificação do equipamento (ver Figura 16 e Figura 17 respectivamente).

Algumas unidades incorporam uma estrutura para organização dos cabos que chegam e saem (tal como no exemplo da Figura 15), enquanto outros exigem a compra do organizador horizontal de cabos (item 2.1.6) como componente adicional. A existência ou não deste componente normalmente determina a altura em U's a ser ocupada pelo equipamento.

2.4. DIO de rack

Figura 18 - Dois DIO's de *rack* de 24 fibras com conectores ST já montados em um *rack* fechado (no detalhe vemos o ventilador superior, a identificação das portas, além de dois cordões óticos duplos já fixados.

Equivalente do *patch pannel* para a montagem de cabos de fibra ótica internos (sub-sistemas vertical e horizontal nos ambientes *fiber-to-the-desk*[1]) ou externos (sub-sistema *backbone*).

Sua estrutura é constituída de uma chapa metálica com largura padrão de 19”, sobre a qual são fixadas tomadas fêmea (ou duplas-fêmea) para os conectores óticos. O tipo de conector a ser utilizado é quem determina o modelo de DIO de *rack* e também a sua densidade (quantidade de portas). Os modelos mais comuns, com altura de 1 U, para conectores óticos fêmea ST e SC, normalmente admitem 12 ou 24 fibras. Modelos com maior densidade normalmente contém conectores mais modernos com dimensões menores (como o LC, por exemplo) ou possuem maior altura.

Internamente, um DIO de *rack* normalmente abriga as extremidades dos cabos de fibra ótica externos e internos, que são conectorizados ou sofrem fusão com segmentos internos já existentes.

Figura 19 - DIO de *rack* de 24 fibras - visão de sua parte interna.

No caso de DIOs de *rack* com conectorização, montam-se conectores óticos nas extremidades das fibras óticas internas dos cabos. Estes conectores são posteriormente fixados na parte interna do DIO a acopladores dupla-fêmea do painel frontal, que vão permitir as conexões externas.

No outro tipo de DIO de *rack*, as extremidades das fibras óticas dos cabos sofrem fusão com segmentos de fibra pré-fixados aos acopladores fêmea do painel frontal[2].

Ambas as técnicas exigem equipamentos e pessoal especializados, já que, principalmente nas interligações de alta velocidade comuns nos ambientes de comunicação atual, exige-se alta performance de conexão, com baixas perdas de acoplamento.

[1] A técnica citada consiste na alimentação das áreas de trabalho através de cabos de fibra ótica internos, que substituem com vantagens os cabos de par trançado, porém com custo muito elevado, o que torna estes ambientes muito incomuns.
[2] Os segmentos de fibra ótica interligados através de fusão às fibras óticas internas dos cabos são também conhecidos como *pig-tails*.

2.5. Bloco de Fiação

Opção que tipicamente substitui o *patch pannel* nas instalações de cabeamento estruturado, o bloco de fiação tem a mesma função do mesmo, embora tenha características completamente diferentes.

Basicamente constituído de um corpo em plástico de alto impacto resistente à chama, o bloco de fiação tem diversos modelos, embora o mais conhecido seja o modelo 110, capaz de abrigar e conectorizar até 100 pares de cabos de par trançado. A estrutura básica é totalmente dielétrica, oferecendo basicamente apenas um suporte para fixação e organização dos pares. Tudo isto evitando curvas excessivas ou o destrançamento dos cabos. Por este motivo, normalmente o bloco de fiação oferece normalmente índices de performance tipicamente superiores ao seu concorrente direto, o *patch pannel*.

O bloco de fiação mais comum é o modelo 110, que contém 4 fileiras de 25 pares cada uma. Cada uma das fileiras pode, então, ser utilizada para a montagem de um cabo UTP completo de 25 pares (útil nos subsistemas vertical e *backbone*, por exemplo). Além disto, o bloco de fiação pode ser utilizado para montagem de cabos UTP de 4 pares ou mesmo de 1 par.

Para facilitar a identificação de cada um dos pares, o bloco é colorido de acordo com as cores estabelecidas no norma EIA/TIA606. No corpo do bloco, em cada uma das quatro fileiras, utilizam-se as cores do fio TIP variando de branco para o violeta, com cinco pares pintados para cada uma das cores. Após a montagem do(s) cabo(s) no corpo do bloco, utiliza-se os *connecting blocks* para fixação e conexão elétrica dos cabos.

2.5.1. Connecting Blocks

Após a instalação dos pares no corpo plástico, são montados blocos menores, especificamente construídos para a conectorização (padrão IDC[3]) e fixação dos pares. Estes blocos são conhecidos como *connecting blocks*, e são normalmente fabricados com capacidades de 4 ou 5 pares.

Os *connecting blocks* têm cada um de seus pares identificado com as cores padrão para o fio RING, facilitando a identificação dos cabos instalados abaixo do mesmo. Sendo assim, os *connecting blocks* de quatro pares são identificados com as cores azul, laranja, verde e marron. Já os *connecting blocks* de cinco pares têm a cor cinza adicional para o quinto par. Em função disto, recomenda-se o uso dos *connecting blocks* de quatro pares para a fixação e conectorização dos cabos de quatro pares, e os *connecting blocks* de cinco pares para a fixação dos cabos de vinte e cinco pares. Isto garante a correspondência das cores, e a facilidade de administração e manutenção do sistema.

Para fixação dos *connecting blocks*, assim como no *patch pannel*, é utilizada uma ferramenta especial de crimpagem, que fixa os pares de cabo e corta os excessos. Como neste caso é necessário fixar e cortar os excessos de quatro ou cinco pares de cabos, além do próprio *connecting block*, normalmente se utiliza uma ferramenta mais robusta, que aplica uma pressão maior, porém adequada ao trabalho, evitando danificação do equipamento.

[3] O padrão de conectorização IDC (*Insulation Displacement Contact)* é mundialmente reconhecida como extremamente eficaz, já que evita a corrosão, garante baixos índices de atenuação e é extremamente simples.

2.5.2. Fixação dos blocos

Os blocos podem ser fixados a *racks* ou a pranchões. No caso destes últimos, utiliza-se o modelo de bloco que possui pernas de fixação. No caso dos *racks*, estes são fixados, dois a dois, sobre *brackets* metálicos que ocupam um espaço de 4U's nos racks.

Além de suportar os blocos de fiação, o *bracket* normalmente permite a fixação de organizadores horizontais de cabos na mesma unidade.

2.6. Patch Cords

São necessários para a interligação entre os blocos de fiação nos casos de interligação *cross-connect* e também entre os blocos de fiação e os equipamentos ativos na sala de equipamentos e/ou TCs.

Os *patch cords* são cabos específicos com 1, 2 ou 4 pares de fios de alma flexível (ao contrário dos demais cabos, de alma rígida) devidamente conectorizados em ambas as extremidades para fixação nos blocos de fiação ou nos equipamentos ativos. Para tanto, utilizam-se respectivamente conectores padrão 110 ou RJ-45 macho.

Quanto utilizam-se blocos de fiação, para interligação entre blocos de diferentes sub-sistemas, utilizam-se então os cabos 110-110. Já para interligação entre blocos e os equipamentos ativos, normalmente se utiliza os cabos 110-RJ.

Já para os ambientes baseados em *patch pannels*, utiliza-se sempre cabos padrão RJ-RJ.

Sendo assim, normalmente temos os seguintes tipos de patch cords :

110-110 de 4 pares : utilizado tipicamente no TC para sistemas *cross-connect*, permite a interligação simultânea de quatro pares.

110-110 de 2 pares : também utilizado no TC, permite a interligação de dois pares, o que normalmente é suficiente para garantir uma conexão de dados (*ethernet* ou *fast-ethernet*)

110-110 de 1 par : tipicamente utilizado no TC ou na Sala de Equipamentos para ramais analógicos ou digitais.

RJ-RJ de 4 pares : é o mais comum. Utillizado largamente nas instalações baseadas em *patch pannels* para conexões de dados.

RJ-RJ de 2 pares : não é muito comum, mas pode ser utilizado para conexões de dados em tecnologias baseadas em dois pares (*ethernet* ou *fast-ethernet*).

RJ-RJ de 1 par : comum em sistemas baseados em *patch pannels*, é utilizado para conexões de ramais analógicos e digitais.

110-RJ de 4 pares : normalmente utilizado na sala de equipamentos, permite as conexões de dados entre os blocos 110 e os equipamentos ativos.

110-RJ de 1 par : não é muito comum, mas pode ser utilizado para conexões de ramais analógicos ou digitais em sistemas mistos baseados em *patch pannels* e blocos 110. Nestes casos, embora não seja recomendável, utilizam-se blocos 110 para espelhar os ramais da central telefônica, e *patch pannels* para os sistemas vertical e horizontal.

Uma outra especificação importante diz respeito ao comprimento dos patch cords, que deve ser calculado com base na localização dos dispositivos de terminação, seja no rack ou no pranchão.

3. Horizontal

O sub-sistema horizontal é constituído pelos cabos (tipicamente UTP, mas pode-se adotar cabos de fibra ótica) e tomadas fêmea nas áreas de trabalho, além das tubulações e encaminhamentos dos cabos.

3.1. Cabos de Par Trançado

O sub-sistema utiliza cabos com quatro pares trançados, fornecido em caixas de 305 metros/1000 pés (300m para alguns fabricantes nacionais). Sendo assim, deve-se estimar a quantidade total em metros de cabo a ser utilizada. Este valor deve então ser dividido por 305, o que permitirá obter a quantidade de caixas a serem utilizadas.

É muito importante considerar as folgas necessárias no cálculo da quantidade total de cabo, não só pelas possíveis falhas nas previsões de encaminhamento, como também devido ao chamado "efeito bobina finita". Como as caixas têm comprimento finito, é impossível garantir o aproveitamento total de todo o comprimento do cabo existente nas caixas. Isto, além de eventuais erros de precisão no levantamento, torna essencial considerar as folgas citadas. O percentual de folga a ser adotado é variável, mas podemos considerar algumas regras básicas :

- **Quanto maior a quantidade de áreas de trabalho, menor a folga necessária**. Nestes casos, tipicamente consegue-se aproveitar a maioria dos trechos de cabos restantes, já que existem diversas áreas de trabalho a serem atendidas.
- **Quanto maior for a distância média no sub-sistema horizontal, maior a folga.** Nestes casos, torna-se mais provável a perda de parte dos cabos.

É importante lembrar que, a depender do modelo de projeto escolhido, podem ser necessários 2 ou 4 cabos por área de trabalho (2 para projetos simples e 4 para projetos avançados e integrados).

3.2. Cabos de Fibra Ótica

O sub-sistema utiliza cabos de fibra ótica para uso interno. Como neste caso normalmente o fornecimento é feito em bobinas de elevado comprimento, a folga por efeito bobina finita pode ser bem menor.

No entanto, deve-se atentar para as alterações nas áreas de trabalho e nos TCs, já que neste caso será necessário garantir a conectorização de ambas as extremidades dos cabos. Devido à típica baixa densidade dos pontos de concentração para cabos de fibra ótica, deve-se atentar para o dimensionamento dos *racks* nos TCs.

3.3. Caixas de terminação simples, duplas e quádruplas

Os cabos do sistema horizontal são conectorizados às tomadas fêmea nas áreas de trabalho. Sendo assim, é importante considerar o modelo de projeto, e com base no mesmo, obter a quantidade de tomadas fêmea necessárias.

Outro ponto importante é o ponto de fixação das caixas de terminação. Para tubulações embutidas nas paredes, normalmente utillizam-se espelhos de parede. Em outros casos, utilizam-se caixas de superfície. No caso de móveis modulares, podem ser necessárias adaptações especiais. Tudo isto precisa ser levado em conta no projeto. O acesso ao projeto de decoração do ambiente e às especificações técnicas dos móveis a serem utilizados pode ajudar bastante.

3.4. Tubulações e Encaminhamentos

Esta normalmente é a especificação mais complexa do sub-sistema horizontal. Os sistemas de tubulação, eletrocalha e canaletas aéreas, enterradas, abaixo do piso ou de parede têm diversas especificações aceitáveis, com diferentes custos e características técnicas. O projetista deve levar em consideração principalmente alguns aspectos :

3.4.1. Ocupação Máxima

A norma fala em diferentes índices de ocupação em função da quantidade de cabos empregada. Para fazer uma análise mais simples, recomenda-se garantir uma ocupação máxima de 40% em todos os trechos.

Para fazer os cálculos, devemos considerar como área total 40% do valor da área da seção perpendicular da tubulação. Basta calcular a área do círculo com diâmetro igual ao da tubulação redonda, ou a área do retângulo em caso de eletrocalhas ou canaletas. Eventuais tubulações com outros desenhos devem ter sua área calculada com base no polígono formado pela seção perpendicular.

A área ocupada por um cabo também pode ser calculada de forma similar. Depois é só dividir uma pela outra. Recomenda-se uma folga adicional, pois uma parte do espaço é perdida pelo espaço não preenchido entre os cabos.

3.4.2. Número de curvas de 90º

A norma especifica um máximo de 2 (duas) curvas de 90º no encaminhamento entre o TC e a área de trabalho. Para que isto seja possível, normalmente se faz necessário o uso de encaminhamentos aéreos ou abaixo do piso. Além disto, deve-se atentar para o uso de curvas longas que não estressem o cabo.

Um cuidado especial deve ser tomado com as canaletas para fixação em parede. Fazer o contorno de pilares e portas, por exemplo, não é recomendável.

3.4.3. Separação entre o cabeamento estruturado e cabos elétricos

Embora as normas mais recentes admitam uma proximidade bem grande entre os cabos, é recomendável manter os cabos afastados, até mesmo devido a riscos de operação e manutenção. Algumas eletrocalhas e canaletas admitem inclusive uma fronteira de separação física entre os cabos, o que pode ser utilizado na maior parte dos casos. Quando for possível, é interessante manter os cabos afastados, e com cruzamentos sempre em 90º.

4. Áreas de Trabalho

O único componente do sistema a ser quantificado em um projeto de cabeamento estruturado é o *line-cord*, que permite a interligação da tomada fêmea ao equipamento da WA (normalmente um microcomputador).

Trata-se, normalmente, de um cabo UTP de 4 pares com alma flexível, e terminação RJ-45 em ambas extremidades. Em alguns sistemas pode-se adotar baluns para conversão para diferentes padrões de mídia e conectores (terminais de vídeo, câmeras de segurança coaxiais etc).

Uma outra opção é o *line-cord* ótico. Embora incomum, neste caso torna-se necessário avaliar não só a distância, como também o tipo de conectorização exigida pelo equipamento na área de trabalho.

5. Projeto de Cabeamento & Levantamento de Quantitativos

5.1. Áreas de Trabalho

Em um projeto típico, conhecer o número de áreas de trabalho em cada um dos pisos de trabalho de cada um dos prédios envolvidos no projeto é a primeira providência. Este número pode ser obtido de diversas formas. O ideal seria obter um projeto de decoração, o que infelizmente pode ser difícil em muitos projetos. Uma outra opção é levantar a quantidade de pessoas que irão trabalhar em cada um dos locais, e estimar a quantidade de áreas de trabalho com base neste número. A última opção é dividir cada uma das áreas onde será aplicado o cabeamento estruturado em pequenas áreas de trabalho e levantar o número total.

Após o levantamento do número de áreas de trabalho, torna-se necessário definir o modelo de projeto para cada uma delas. Isto será essencial para dimensionamento de todo o projeto. É importante lembrar que o mínimo essencial é o projeto básico, ou seja, duas tomadas UTP para cada área de trabalho.

5.2. Sistema horizontal

Com base no número de áreas de trabalho, pode-se começar o levantamento das quantidades de cabo horizontal. Em alguns projetos, dispomos de plantas baixas que nos permitem estimar o encaminhamento e distâncias. Em outros, os cálculos são baseados em distâncias médias por área de trabalho.

O tipo de encaminhamento também deve ser considerado. Encaminhamentos aéreos normalmente implicam na subida e descida dos cabos para cada área de trabalho. Isto implica no aumento significativo da quantidade total de cabo a ser utilizada no projeto. Projetos baseados em encaminhamentos por piso falso ou eletrocalhas abaixo do piso normalmente exigem quantidades inferiores de cabo.

Após determinar os encaminhamentos e distâncias, é importante projetar também o tipo de encaminhamento que deve ser utilizado. Eletrocalhas, tubulações e canaletas devem ter suas dimensões estimadas com base na quantidade máxima de cabos por trecho, levando-se em consideração os 40% de ocupação máxima.

5.3. Cabos do sistema vertical

Com base nas áreas de trabalho existentes em cada piso de cada prédio, é necessário estimar a quantidade de pares necessários no sub-sistema vertical. Isto vai depender do uso ou não de equipamentos ativos nos TCs, e da quantidade de WAs a serem ativadas, e com que equipamentos.

Equipamentos ativos no TC normalmente reduzem a quantidade de cabos no sistema vertical, mas elevam os custos de administração e manutenção do sistema, além de trazer implicações para a performance do ambiente de dados em alguns casos.

A quantidade de Was a serem ativadas depende muito de como o projeto foi realizado. Se cada área de trabalho dimensionada está associada a um funcionário real, não existe folga,

e tipicamente o sistema vertical deve ser dimensionado para permitir o atendimento de 100% das áreas de trabalho. Este tipo de projeto, no entanto, não é recomendável. Sistemas com áreas de trabalho "reserva" são muito mais inteligentes, pois permitem mudanças de layout mais simples, e maior longevidade para o sistema. Além disto, implicam no dimensionamento reduzido do sistema vertical, que pode ser dimensionado para atender apenas aos usuários "reais", com alguma folga para futuras ampliações.

O tipo de equipamento a ser utilizado nos TCs pode implicar na seleção, por exemplo, do tipo de cabo que deve ser utilizado no vertical. Sistemas de dados e/ou convergente normalmente implicam no uso de cabos de fibra ótica no sistema vertical.

De todas as situações possíveis, aquela que implica nas maiores quantidades de cabos no sistema vertical é aquela em que os equipamentos ativos são concentrados na sala de equipamentos, e em que todas as WA são utilizadas em sua extensão máxima. Neste caso, utilizam-se grandes quantidades de cabos de par trançado no sistema vertical, que deve ser muito bem dimensionado, garantindo inclusive folgas para futuras expansões.

Por outro lado, em um projeto simples, poderíamos ter, por exemplo, um microcomputador e um ramal telefônico digital em cada WA, com concentração dos equipamentos ativos na sala de equipamentos. Neste caso, seriam necessários cinco pares por WAs (um para o ramal telefônico e quatro para o microcomputador). Multiplicando este número de pares pela quantidade de WAs ativas obtemos a quantidade de pares que devem ser atendidos pelo sistema vertical.

Com a quantidade de pares, basta dividir por 25, que é a quantidade típica de pares dos cabos de par trançado utilizados no sub-sistema vertical. Estratégias diferentes devem ser adotadas de acordo com o tipo de projeto.

5.4. Blocos de fiação dos TC’s

O projeto deve considerar o cálculo do número de pares necessários. Com isto, podemos obter a quantidade total de blocos. No sistema horizontal, temos quatro pares por tomada fêmea. No vertical, temos a quantidade de pares calculados.

Considerando que cada bloco de fiação tem 100 pares divididos em quatro fileiras de 25 pares, deve-se calcular a quantidade de fileiras necessárias. Eis algumas regras típicas:

- Cada bloco deve ser ocupado por no máximo 2 (dois) sub-sistemas diferentes. Uma única fileira não pode ser compartilhada.
- Uma fileira deve ser sempre preenchida por completo pelos *connecting blocks*, mesmo que não existam pares para preenchê-la. Isto evita a contaminação por agentes ambientais.
- Em projetos baseados no conceito *cross-connect*, devem ser utilizados blocos/fileiras diferentes para o horizontal e para o vertical. No caso de *interconnect*, tipicamente o horizontal é fixado sobre o vertical nos mesmos blocos deste último.
- uso de *connecting blocks* de quatro ou cinco pares dependendo do tipo de cabo conectado. Para cabos UTP de quatro pares, recomenda-se o uso de *connecting blocks* de quatro pares. Outros tipos de cabo implicam no uso de *connecting blocks* de cinco pares.

5.5. *Patch Cords* nos TCs

Só são necessários *patch cords* se o projeto for baseado em *cross-connect*. Neste caso, será necessário utilizar *patch cords* de quatro pares 110-110 para interligar os sub-sistemas horizontal e vertical (para equipamentos ativos concentrados na sala de equipamentos), ou 110-RJ (para equipamentos ativos no TC). Para os ramais telefônicos, deve-se utilizar *patch cords* de um par 110-110 (já que a central telefônica estará sempre na sala de equipamentos).

5.6. Blocos de Fiação na Sala de Equipamentos

Os cálculos são similares. Desta vez deve-se considerar nos blocos do sub-sistema vertical a soma dos pares de todos os sistemas verticais (um por andar). No sistema horizontal do piso onde está a Sala de Equipamentos, o cálculo é exatamente o mesmo.

A diferença está nos blocos de espelhamento de ramais. Estes devem ser calculados com base no números de pares vindos da central telefônica. Este número é igual ao número de ramais analógicos e digitais suportados pela central. Basta verificar esta características nas especificações da central telefônica a ser utilizada. Lembre-se que ramais IP não utilizam cabeamento específico, e portanto não devem ser somados a este número.

5.7. *Patch Cords* na Sala de Equipamentos

O cálculo é similar, com exceção dos *patch cords* para telefonia, que devem existir em quantidade igual à de WAs ativas em todo o projeto, já que todos os ramais de telefonia serão interligados na sala de equipamentos.

6. Exercícios Resolvidos

Para ilustrar melhor o desenvolvimento de um projeto de cabeamento estruturado típico, vamos reproduzir aqui alguns exemplos de projeto.

6.1. Projeto 1

Em uma empresa instalada em um prédio comercial de 2 pisos, trabalharão 150 pessoas, sendo 100 no 1° Piso e 50 no 2° Piso. Cada pessoa precisa de acesso a 3 dispositivos de telecomunicações. A distância média de um usuário a um TC é de 50m. Considerando o encaminhamento sob o piso falso e um pé-direito de 6m, calcule os componentes de um sistema hipotético de cabeamento estruturado de categoria 5E.

Para alimentar os equipamentos, considere uma central telefônica com 150 ramais analógicos e 2 switches empilháveis de 48 portas com 2U de altura cada, ambos instalados na Sala de Equipamentos do piso térreo.

ÁREA DE TRABALHO
Seguindo as recomendações da apostila, começamos identificando a quantidade de áreas de trabalho :

100 áreas de trabalho no 1° Piso (térreo)
50 áreas de trabalho no 2° Piso

HORIZONTAL
Para o cálculo do sistema horizontal, eis alguns comentários :

- *Como cada usuário precisa de acesso a 3 dispositivos de telecomunicações, cada área de trabalho terá 3 tomadas fêmea;*

- O encaminhamento pelo piso falso elimina a necessidade de subida e descida para cada ponto. No entanto, devemos considerar as folgas para a montagem do rack no TC e na Sala de Equipamentos (2m), e nas tomadas (30 cm). Sendo assim, basta somar 2,30m à distância média por ponto (50m).
- Como a distância média é elevada, é bom considerar uma folga por efeito bobina finita de 15%.

Com base nos comentários acima, vamos ao cálculo do sistema horizontal :

1°Piso : 100 x 3 x 52,3m = 15.690m
2°Piso : 50 x 3 x 52,3 = 7.845m
Sub-Total : 23.535m + 15% = 27.065m

Total : 27.065m / 305m = <u>89 caixas</u> de cabo Cat5E.

Espelhos/Caixas de Superfície para 3 Tomadas : <u>150 unidades</u>

VERTICAL

Para o cálculo do sistema vertical, vamos considerar 100% de dimensionamento no sistema vertical, já que trata-se do número de pessoas, e não de áreas de trabalho. Vamos considerar que 2 dos 3 equipamentos de telecomunicações exigem quatro pares, o que é um superdimensionamento, mas deve atender ao projeto. Os cálculos serão feitas apenas para o 2°Piso, que é o único a ser interligado.

Número de pares : 2 x 4 pares de dados para cada área de trabalho + 1 par para um ramal analógico por área de trabalho. Ou seja, 9 pares.

Total de pares = 50 x 9 = 450 pares

Atendendo ao sistema com cabos de 25 pares categoria 5E, temos :
450 / 25 pares = 18 cabos.

Considerando o pé-direito de 6m, mas uma folga de 2m em cada um dos racks, temos 10m por cabo. Os 18 cabos, então, totalizam <u>180m.</u>

TC (Armário de Telecomunicações)

O único armário de telecomunicações do sistema fica no 2° Piso. No térreo, a própria Sala de Equipamentos funcionará como TC. Será necessário fazer a terminação dos cabos do sistema vertical, além dos cabos do horizontal no 2°Piso. Sendo assim, e considerando uma interligação cross-connect, temos :

Conexão Vertical : 450 pares ou 4,5 blocos.

Conexão Horizontal = 50 x 3 = 150 cabos => 150/24 blocos = 6 1/4 blocos
Total de blocos : 11 blocos
Para fixação dos blocos, serão necessários 6 brackets caso utilize-se um rack (cada bracket suporta até 2 blocos). Sendo assim, recomenda-se um rack com 24U de espaço útil, ou melhor, um rack de 36U's.

Para atendimento das interligações cross-connect, teremos que interligar os 3 dispositivos de telecomunicações de cada área de trabalho. Dois deles serão baseados em interligações de quatro pares, e o terceiro com interligação de um par. Sendo assim :
50 x 2 = 100 patch-cords 110-110 de 4 pares
50 x 1 = 50 patch-cords 110-110 de 1 par
Considerando a altura do rack que será utilizado (36U's), é recomendável adotar patch-cords de 7pés (2,13m) para ambos os tipos.

SALA DE EQUIPAMENTOS

A Sala de Equipamentos concentrará, no térreo, as funções do TC. Sendo assim, os cálculos são bastante similares ao TC do 2° Piso, agregando-se o cálculo da seção de espelho de ramais :

Conexão Vertical : 450 pares ou 4,5 blocos.
Conexão Horizontal : 100 x 3 = 300 cabos => 300/24 blocos = 12,5 blocos
Conexão do Espelho de Ramais : 150 ramais = 1,5 blocos
Total de blocos : 18,5 blocos
Para fixação dos blocos, serão necessários 10 brackets caso utilize um rack. Sendo assim, recomenda-se um rack com 40U's de espaço útil. No rack também deverão ser instalados os dois switches com 2U's de altura cada um.. Sendo assim chegamos a um total de 44U's de altura útil, o que implica no uso de dois racks. Por uma questão de uniformidade, é recomendável o uso de dois racks de 36U's.

Para atendimento das interligações, teremos que garantir o atendimento dos 3 dispositivos de telecomunicações de cada área de trabalho dos dois pisos. No entanto, os 2 switches não permitem a interligação de mais do que 96 estações de trabalho. Sendo assim :
150 x 2 = 300. Porém teremos apenas 96 patch-cords 110-RJ de 4 pares
150 x 1 = 150 patch-cords 110-110 de 1 par
Considerando a altura dos rack que serão utilizados e as duas unidades (36U's), é recomendável adotar patch-cords de no mínimo 10pés (3,05m) para ambos os tipos.

ENTRADA

Não foram passadas informações necessárias para dimensionamento deste sub-sistema.

BACKBONE
Como o projeto só envolve um prédio, este sub-sistema não existe.